1ère BAC Pro CIEL	Etude du clavier matriciel	
		 Année 2026/2027

Nom		
Prénom		
Date		
<u>Matériel</u> <u>Outillage</u> 	⇨ N/A	<u>Durée</u> : 3H 
<u>Travaux à réaliser</u> 	⇨ Analyse du clavier matriciel ⇨ Etude du raccordement au microcontrôleur ⇨ Identification des touches par balayage ⇨ Application à SECURI-CIEL	

<u>Pôle d'activité :</u> Réalisation et maintenance de produits électroniques

<u>Activités :</u>

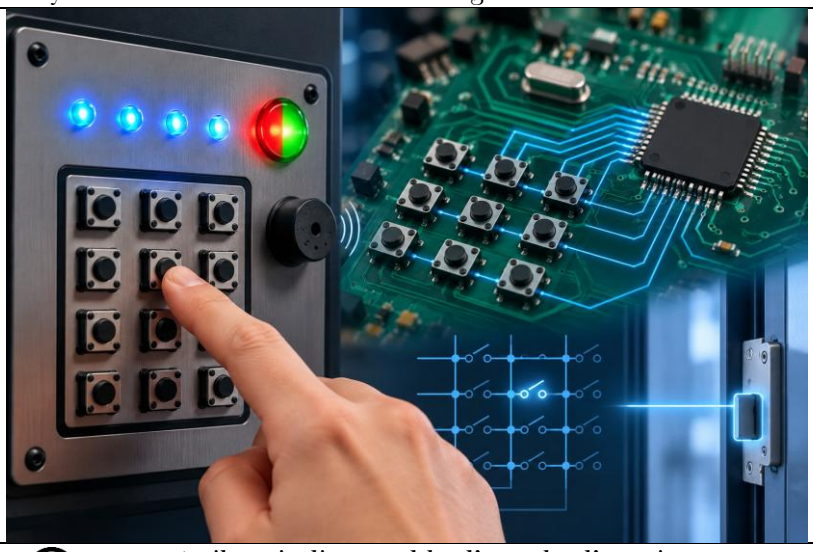
⇨ **E1** : Etude et conception de produits électroniques

<u>Tâches :</u>

⇨ **T1 :** Analyse et saisie d'un schéma, d'une carte électronique ou étude d'un système électronique communicant à partir d'un cahier des charges

<u>Compétences :</u>

⇨ **C04** : Analyser une structure matérielle et logicielle



Lorsque le logo  apparaît, il est indispensable d'appeler l'enseignant pour vérification.

A. Compétences

C01	**COMMUNIQUER EN SITUATION PROFESSIONNELLE (ANGLAIS/FRANÇAIS)**	
	La présentation (typographie, orthographe, illustration, lisibilité) est soignée et soutient le discours avec des enchaînements cohérents	
	La présentation orale (support et expression) est de qualité et claire	
	L'argumentation développée lors de la présentation et de l'échange est de qualité	
	L'argumentation tient compte des éventuelles situations de handicap des personnes avec lesquelles il interagit	
C03	**PARTICIPER A UN PROJET**	
	Les rôles et tâches de chacun sont identifiés ; le cas échéant, les besoins spécifiques des personnes en situation de handicap sont pris en compte	
	Le planning prévisionnel est compris	
	Le suivi du projet est respecté	
	L'espace collaboratif est correctement utilisé	
C04	**ANALYSER UNE STRUCTURE MATÉRIELLE ET LOGICIELLE**	
	Le besoin est identifié ainsi que les ressources matérielles, logicielles et humaines	X
	Les logiciels d'analyse et de tests sont utilisés selon les procédures de traitement d'incidents	
	Les informations nécessaires sont extraites des documents réglementaires et/ou constructeurs	X
	Les indicateurs de fonctionnement sont interprétés	X
	Les fiches de test ou d'intervention sont renseignées	
C06	**VALIDER LA CONFORMITÉ D'UNE INSTALLATION**	
	Les exigences du cahier des charges sont respectées	
	Les tests sont effectués	
	Les résultats attendus sont vérifiés	
	La procédure de test est respectée	
C07	**RÉALISER DES MAQUETTES ET PROTOTYPES**	
	Le placement et routage sont conformes au cahier des charges	
	La génération des fichiers de fabrication du PCB est conforme aux attentes	
	Le PCB est réalisé, contrôlé et conforme aux IPC (tolérances mécaniques, finition de surface, propreté, ESD etc.)	
	Les composants sont conformes à la nomenclature (marquage, étiquetage)	
	La nomenclature des composants est respectée	
	Le brasage de la carte est conforme à la nomenclature et aux IPC	
	Les contraintes liées aux impacts environnementaux sont intégrées	
	Le contrôle visuel de la carte assemblée est conforme au dossier de fabrication	
	Les risques d'une situation de travail sont repérés et les mesures appropriées pour sa santé, sa sécurité et celle des autres sont adoptées	
C08	**CODER**	
	Les environnements de développement et de test sont mis en oeuvre en tenant compte des contraintes de fonctionnalités et de sécurité	
	Le module logiciel est débogué et syntaxiquement correct	
	Les composants logiciels individuels sont développés et testés conformément aux spécifications du cahier des charges et des bonnes pratiques	
	La solution (logicielle et matérielle) est intégrée et testée conformément aux spécifications du cahier des charges et des bonnes pratiques	
	Le code est commenté et le logiciel est documenté	
C09	**INSTALLER LES ÉLÉMENTS D'UN SYSTÈME ÉLECTRONIQUE OU INFORMATIQUE**	
	L'ensemble des éléments pour l'installation du système est complet et vérifié par rapport au cahier des charges	
	Les éléments du système sont installés et raccordés selon une procédure	
	La configuration est réalisée	
	La mise en service est réalisée	
	L'état de l'installation est renseigné de manière écrite ou orale	
	Les risques d'une situation de travail sont repérés et les mesures appropriées pour sa santé, sa sécurité et celle des autres sont adoptées	
C10	**EXPLOITER UN RÉSEAU INFORMATIQUE**	
	Les alertes et problèmes rencontrés sont renseignés	
	Les différents éléments d'un réseau ou d'un système à partir d'un schéma fourni sont identifiés	
	La mise à jour des équipements (iOS, OS, logiciel, firmware) est effectuée	
	Les optimisations nécessaires sont effectuées	
C11	**MAINTENIR UN SYSTÈME ÉLECTRONIQUE OU RÉSEAU INFORMATIQUE**	
	L'intervention est préparée	
	Le dysfonctionnement est constaté	
	La maintenance ou la réparation est réalisée	
	La fiche d'intervention est correctement renseignée	
	Les risques d'une situation de travail sont repérés et les mesures appropriées pour sa santé, sa sécurité et celle des autres sont adoptées	

Nature de complexité de l'activité

Découverte	
Intermédiaire	X
Bac Pro	



B. Mise en contexte

Le bureau d'études ABElectronics poursuit le développement du système de contrôle d'accès SECURI-CIEL.

Les circuits d'alimentation et d'horloge du microcontrôleur ATmega328P ont été étudiés. Le bureau d'études s'intéresse maintenant à la saisie du code d'accès.

SECURI-CIEL dispose d'un clavier de douze touches permettant à l'utilisateur de saisir un code composé de quatre chiffres. Le microcontrôleur doit identifier chaque touche actionnée afin de traiter le code saisi.

Votre responsable vous demande d'étudier l'organisation électrique du clavier, son raccordement au microcontrôleur et le principe permettant d'identifier une touche.

C. Problématique

Comment le microcontrôleur ATmega328P peut-il identifier les douze touches du clavier SECURI-CIEL en utilisant un nombre limité de broches ?



D. Analyse du clavier matriciel (30 min)

Le clavier de SECURI-CIEL possède douze touches réparties sur quatre lignes et trois colonnes.

Contrairement à un montage utilisant une entrée distincte pour chaque touche, le clavier matriciel regroupe les contacts selon leur position dans la matrice.

1) Identification des touches

À partir du document DT1, **compléter** le tableau suivant en indiquant le caractère correspondant à chaque position du clavier.

	Colonne C1	Colonne C2	Colonne C3
Ligne 1			
Ligne 2			
Ligne 3			
Ligne 4			

Indiquer le nombre total de touches présentes sur le clavier.

2) Etude du nombre de connexions

Un premier montage pourrait utiliser une entrée numérique différente du microcontrôleur pour chacune des douze touches.

Indiquer le nombre d'entrées numériques nécessaires pour réaliser ce montage.

Le clavier de SECURI-CIEL utilise une organisation matricielle. **Déterminer** le nombre de connexions nécessaires pour raccorder ses quatre lignes et ses trois colonnes au microcontrôleur.

Calculer le nombre de broches économisées par rapport à un montage utilisant une entrée par touche.

3) Compréhension du fonctionnement d'un touche

Sur le schéma du document DT1, **repérer** les deux connexions qui sont mises en contact lorsque l'utilisateur appuie sur une touche.

Compléter le tableau suivant

Touche actionnée	Ligne concernée	Colonne concernée
2		
5		
8		
0		

Expliquer pourquoi il est nécessaire de connaître à la fois la ligne et la colonne pour identifier une touche.

E. Etude du raccordement au microcontrôleur (35 min)

1) Identification des connexions

À partir des documents DT2 et DT4, **relever** :

- ⇨ le nom des sept ports du microcontrôleur (PBx, PCx ou PDx) – DT2
- ⇨ les numéros de broches du microcontrôleur (entre 1 et 28) – DT2
- ⇨ les numéros utilisés par Arduino IDE – DT4

Compléter le tableau suivant

Connexion du clavier	Port du microcontrôleur	Numéro de broche	Numéro IDE
Ligne L1			
Ligne L2			
Ligne L3			
Ligne L4			
Colonne C1			
Colonne C2			
Colonne C3			

2) Identification des entrées et sorties

Dans le principe de balayage étudié, certaines broches du microcontrôleur sont configurées en sorties numériques et d'autres en entrées numériques.

À partir du document DT3, **compléter** le tableau suivant.

Connexions	Configuration		Rôle
	Entrées	Sorties	
Ligne du clavier	☐	☐	
Colonnes du clavier	☐	☐	

Expliquer pourquoi une broche configurée en entrée ne remplit pas le même rôle qu'une broche configurée en sortie.

3) Etude de l'état au repos

Dans le principe de balayage présenté dans le DT3, les entrées des lignes sont maintenues au niveau logique haut lorsqu'aucune touche n'est actionnée.

Indiquer le rôle des résistances de tirage au niveau haut (pull-up).

Préciser le niveau logique lu sur une ligne lorsqu'aucune touche ne relie cette ligne à une colonne activée au niveau bas.

F. Identification d'une touche par balayage (55 min)

Le microcontrôleur ne peut pas déterminer la touche actionnée en lisant uniquement l'état des lignes. Il doit également connaître la colonne à laquelle appartient cette touche.

Pour cela, le programme active successivement les colonnes du clavier et relève l'état des lignes. Cette opération est appelée balayage du clavier.

Dans le document DT3, une colonne est activée lorsqu'elle est placée au niveau logique bas (0). Les deux autres colonnes sont maintenues au niveau haut (1). Les lignes sont configurées en entrées avec résistances de tirage au niveau haut.

1) Etude d'une touche actionnée

L'utilisateur appuie sur la touche « 6 ».

À partir du document DT1, **identifier** la ligne et la colonne correspondant à cette touche.

Le microcontrôleur active successivement les trois colonnes. **Compléter** le tableau suivant en indiquant le niveau logique lu sur la ligne correspondant à la touche « 6 ».

Etape du balayage	C1	C2	C3	Niveau lu sur la ligne de la touche « 6 »
1	0	1	1	
2	1	0	1	
3	1	1	0	

Indiquer à quelle étape du balayage le microcontrôleur peut détecter l'appui sur la touche « 6 ».

Expliquer pourquoi cette touche n'est pas détectée lors des deux autres étapes.

2) Identification de plusieurs touches

Pour chaque situation suivante, **déterminer** la touche actionnée à partir de la colonne activée et de la ligne détectée au niveau logique bas.

Colonne activée	Ligne détectée à 0	Touche identifiée
C1	L1	
C3	L2	
C2	L3	
C2	L4	

3) Etude de l'absence d'appui

Aucune touche du clavier n'est actionnée.

Indiquer le niveau logique normalement lu sur les quatre lignes pendant le balayage.

Expliquer pourquoi le microcontrôleur ne doit enregistrer aucun caractère dans cette situation.

4) Compréhension du balayage complet

Le microcontrôleur vient de terminer la lecture de la colonne C3.

Indiquer quelle colonne doit être activée lors du balayage suivant.

Expliquer pourquoi le programme doit répéter régulièrement le balayage tant que SECURI-CIEL attend la saisie d'un code.

G. Application au système SECURI-CIEL (35 min)

Le clavier est utilisé pour saisir le code d'accès du système. SECURI-CIEL doit enregistrer quatre chiffres avant de vérifier si le code saisi est correct.

Les quatre LED blanches indiquent la progression de la saisie : une LED supplémentaire s'allume après chaque chiffre enregistré.

1) Etude d'une saisie complète

Un utilisateur saisit successivement les chiffres 1, 2, 5 et 4.

À partir du document DT1, **compléter** le tableau suivant.

Chiffre saisi	Ligne détecté	Colonne détecté	Nombre de LED blanches allumée
1			
2			
5			
4			

Indiquer à quel moment le programme peut comparer le code saisi au code d'accès enregistré.

2) Etude d'une saisie incorrecte

L'utilisateur saisit successivement les chiffres 1, 2, 5 et 4, mais ce code ne correspond pas au code enregistré.

Expliquer pourquoi SECURI-CIEL doit attendre la saisie du quatrième chiffre avant de signaler que le code est incorrect.

Indiquer ce que le système doit permettre à l'utilisateur de faire après le signalement d'un code incorrect.

3) Prise en compte d'un appui prolongé

Un utilisateur maintient son doigt sur la touche « 2 » pendant plusieurs balayages successifs.

Le microcontrôleur détecte donc plusieurs fois la même touche alors que l'utilisateur ne l'a actionnée qu'une seule fois.

Expliquer le problème que cela pourrait provoquer lors de la saisie du code d'accès.

Proposer un principe simple permettant d'enregistrer une seule fois la touche, même si l'utilisateur la maintient enfoncée.

H. Synthèse de l'étude

L'étude du clavier matriciel de SECURI-CIEL est terminée.

Votre responsable vous demande de formaliser les résultats obtenus afin de préparer le développement du programme de saisie du code d'accès.

1) Saisie du code d'accès

Quel composant permet à l'utilsiateur de saisir son code ?

2) Organisation des touches

Comment les 12 boutons poussoirs sont-ils organisés ?

3) Raccordement au microcontrôleur

Combien de broches de l'ATmega328P sont nécessaires pour raccorder le clavier ?

4) Identification d'une touche

Quelle méthode permet au microcontrôleur de déterminer quel bouton a été appuyé ?

5) Détection d'un nouvel appui

Pourquoi faut-il attendre le relâchement d'un bouton avant de prendre en compte un nouvel appui ?

6) Conclusion technique

Rédiger une courte conclusion expliquant comment le microcontrôleur ATmega328P peut identifier une touche du clavier matriciel.

Votre conclusion devra préciser le rôle des lignes, des colonnes et du balayage.

I. Livrable

Enregistrer et **renommer** ce document en « NOM-SECURICIEL-CLAVIER.pdf » et **téléverser** le fichier.